

DESARROLLO DE LA HIPERTROFIA EN LOS MÚSCULOS DE MIEMBROS INFERIORES A TRAVÉS DE UN PROGRAMA DE MUSCULACIÓN

DEVELOPMENT OF HYPERTROPHY IN THE MUSCLES OF LOWER LIMBS THROUGH A FITNESS PROGRAM

Lozano Zapata, Rafael Enrique¹; Bustos Viviescas, Brian Johan²; Acevedo Mindiola, Andrés Alonso² y Sánchez Moncada, Alexis Nel.²

¹ Docente Facultad de Educación. Universidad de Pamplona, Colombia

² Estudiantes Facultad de Educación. Universidad de Pamplona, Colombia

rafaenloza@unipamplona.edu.co

RESUMEN

El presente estudio es cuantitativo de tipo correlacional el cual tuvo un diseño experimental puro y como objetivo el desarrollo de la hipertrofia en la masa muscular de miembros inferiores (MMMI) a través de un programa de musculación de 20 semanas, para el logro de este objetivo se realizó una intervención a 10 hombres sanos que se conformaron 2 grupos de 5 integrantes de manera aleatoria y se estimó la MMMI, posterior se empleó un test de laboratorio para conocer la potencia de miembros inferiores (PMI), el Grupo F1 (edad $17 \pm 1,52$ años, talla(m) $1,73 \pm 0,05$, MMMI (Kg) $11,19 \pm 1,39$) aplicó un programa de entrenamiento con sobrecargas de frecuencia 1 mientras que el Grupo F2 (edad $18 \pm 2,86$ años, talla(m) $1,71 \pm 0,07$, MMMI (Kg) $10,7 \pm 1,04$) efectuó un programa de entrenamiento de frecuencia 2, luego de finalizar las 20 semanas de entrenamiento se evaluó nuevamente la PMI y se estimó la MMMI. Después de analizar los resultados obtenidos se evidenciaron mejoras más significativas en el incremento de la MMMI en el Grupo F2 con respecto al Grupo F1, también se manifestó un mayor beneficio en el Grupo F2 en la mejora de la fuerza en los ejercicios efectuados, sin embargo ninguno de los grupos mejoró significativamente la PMI, por consiguiente se concluye que el entrenamiento con sobrecargas de frecuencia 2 permite obtener un incremento más significativo de la fuerza y MMMI comparado con el entrenamiento de frecuencia 1, no obstante no se encontraron mejoras significativas en la PMI con ninguno de los programas.

Palabras clave: Fuerza muscular, hipertrofia muscular, miembros inferiores, Potencia muscular.

ABSTRACT

The present study is quantitative of type correlational which had an experimental pure design and as objectively the development of the hypertrophy in the muscular mass of lower limbs (MMMI) through a fitness program of 20 weeks, for the attainment of this aim made an intervention to 10 healthy men that conformed 2 groups of 5 members of random way and estimated the MMMI, later employed a test of laboratory to know the power of inferior members (PMI), the Group F1 (age $17 \pm 1,52$ years, height (m) $1,73 \pm 0,05$, MMMI (Kg) $11,19 \pm 1,39$) applied a program of training with overloads of frequency 1 while the Group F2 (age $18 \pm 2,86$ years, height (m) $1,71 \pm 0,07$, MMMI (Kg) $10,7 \pm 1,04$) effected a program of training frequency 2, afterwards to finalise the 20 weeks of training evaluated again the PMI and estimated the MMMI. After analyzing the obtained results were apparent improvements in the increase of the MMMI in the Group F2 regarding F1 group, it also manifested a greater benefit in the Group F2 in the improvement of the force carried out exercises, however none of the groups improved significantly the PMI, therefore it concludes that the training with overload of frequency 2 allows to obtain a more significant increase of the strength and MMMI compared with the training of frequency 1, however significant improvements in the PMI were not found with any of the programs.

Key words: Muscle strength, muscle hypertrophy, lower limbs, muscle power.

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento de la fuerza debe ser cuidadosamente orientado si se espera obtener resultados concretos y tangibles (Correa y Corredor, 2009), esto debido a que la fuerza ocupa un lugar esencial para cualquier ser humano, ya sea como capacidad física fundamental, limitante del rendimiento, o bien para garantizar la realización de cualquier acción motora (Galicia, 2014), pero seguramente el entrenamiento de la fuerza hipertrófica sea en la actualidad de los más demandados debido al auge que existe en las temáticas relacionadas con la composición corporal y la imagen (Vargas, 2015a).

Teniendo en cuenta la literatura consultada (Marchante, 2015 y Vargas, 2015b) para alcanzar un aumento en la masa muscular se debe incrementar los niveles de fuerza es decir que el músculo constantemente se adapte a cargas cada vez más elevadas e igualmente se debe entrenar bajo estímulo/recuperación, por lo cual se puede indicar que el entrenamiento convencional no da los estímulos adecuados para producir una hipertrofia evidente. (Mariño, N. et al., 2017)

La presente investigación analizó dos programas de entrenamiento con sobrecargas para determinar cuál produce mayores ganancias de masa muscular y fuerza en miembros inferiores, esto con el fin de aportar a los sujetos que asisten

a centros de musculación cual programa de entrenamiento con sobrecargas es el más adecuado, además de disminuir el consumo de esteroides, lesiones y deserción de estos centros por una mala praxis de sus usuarios.

Para dar solución a la problemática se plantearon los siguientes objetivos específicos: a) conocer la condición previa de los participantes mediante una serie de cuestionarios y los diferentes test, b) seleccionar el programa para ganar masa muscular en los miembros inferiores, c) optimizar las cargas a ser aplicadas en cada participante del estudio, d) analizar los resultados obtenidos mediante los test efectuados pre y post para la verificación de la efectividad de los programas en el desarrollo de la hipertrofia muscular, y fuerza como segunda posibilidad.

MÉTODO

El estudio presentó una investigación de enfoque cuantitativa de tipo correlacional puesto que según Arias (2011), en este tipo de investigación primero se cuantifican las variables y luego, mediante la aplicación de técnicas estadísticas apropiadas y el contraste de hipótesis correlacionales, se estima el valor de correlación, permitiendo aportar las posibles causas de un fenómeno.

Este estudio presentó un diseño experimental puro debido al empleo de grupos de comparación

y equivalencia de los grupos mediante la asignación aleatoria o al azar (Arias, 2011), se tuvo como participantes del estudio a 10 sujetos (muestra) que asisten al centro de acondicionamiento físico (gimnasio) The Zone Gym ubicado en San José de Cúcuta, Norte de Santander, este centro en el que se realizó el estudio presentaba una población media de 80 usuarios, este centro fue seleccionado debido a que los administrativos facilitaron la prestación de los equipos e instalaciones para la realización de los test y el programa de entrenamiento con sobrecargas en los participantes del estudio, se debía cumplir unos criterios de inclusión los cuales eran tener como mínimo 1 año de experiencia con el entrenamiento de sobrecargas y disponibilidad de tiempo en los horarios estipulados a los entrenamientos, entre los criterios para ser excluido del estudio estaba que se presentara alguna patología o lesión que impidiera el normal desarrollo del estudio, se ofrecieron voluntariamente 10 sujetos los cuales fueron asignados aleatoriamente entre dos grupos, uno de estos aplicaría el programa de entrenamiento de frecuencia 1 o convencional (Grupo F1) mientras que el otro aplicaría el programa de entrenamiento de frecuencia 2 (Grupo F2), el trabajo total entre ambos grupos fue el mismo la diferencia radicó en la frecuencia de entrenamiento semanal de los músculos de miembros inferiores, evidentemente a los participantes se les aplicó el cuestionario PAR-Q y cuestionario de historial médico para

conocer si los participantes presentaban algún impedimento para realizar el programa, además de un consentimiento informado por escrito en el cual iba detallado todos los test y evaluaciones que se iban a aplicar durante el desarrollo del estudio, esto con el propósito de que cada participante fuese consciente de los test que se realizarían durante el estudio.

Esta intervención tuvo una duración de 20 semanas aproximadamente, en la semana 0 se le procedió la estimación de la masa muscular de miembros inferiores para determinar la condición inicial de los sujetos antes de iniciar el programa de entrenamiento con sobrecargas, además del Test de Bosco (1983) para la fuerza y potencia de miembros inferiores, posterior se dejó 3 días de reposo y se estimó el 1 RM teórico en los diferentes ejercicios con el propósito de optimizar las cargas, se aplicó el programa de entrenamiento con sobrecargas y al finalizar la intervención de las 20 semanas de entrenamiento se llevó a cabo nuevamente la estimación de la masa muscular de miembros inferiores y el Test de Bosco (1983), esto con el fin de verificar si existieron mejoras en la fuerza, hipertrofia y potencia de miembros inferiores con la intervención realizada en ambos grupos.

Programa de entrenamiento con sobrecargas.

El programa de entrenamiento con sobrecargas aplicado en los participantes del estudio fue una adaptación de Bompa y Cornacchia (2002), se

aplicaron las mismas progresiones establecidas por los autores, pero se incorporaron o sustituyeron movimientos teniendo en cuenta la disponibilidad de maquinaria del centro.

El programa de entrenamiento con sobrecargas presento 3 mesociclos con una duración de 6 semanas cada uno, el programa de entrenamiento consistió en una fase de adaptación anatómica (AA), una fase de hipertrofia 1 (H1) y una fase de hipertrofia 2 (H2), en la transición de la fase AA a la fase H1 no se efectuó semana de descarga mientras que de la transición de la fase H1 a la fase H2 si se realizó una semana de descarga, además de realizarse la estimación de la repetición máxima (1 RM) teórica en las semanas 1 y 4 de cada mesociclo.

Estimación del 1 RM teórico para los ejercicios (Test de 10 RM)

Según Marchante (2015):

1. Realizar de manera práctica el test

-Peso levantado en el test = p

-Nº repeticiones hasta el fallo en test = n

2. Si $n < 10$; utilizar ecuación de Brzycki (1993)

Estimación de la masa muscular de miembros inferiores (Rodríguez, Almagià y Berral de la Rosa, 2010)

Para la estimación de la masa muscular de miembros inferiores (MMMI) se utilizó la ecuación de Rodríguez, Almagià y Berral de la Rosa (2010a).

Test de Bosco (1983)

Es un test de laboratorio en el que se evalúa la saltabilidad sobre una plataforma o alfombra conductiva que permite estudiar el salto vertical, en este se deben realizar las siguientes modalidades del salto vertical: salto con braceo o salto vertical (Abalakov), Salto desde media sentadilla con manos en la cintura (SJ), salto en contramovimiento con manos en la cintura (CMJ), estos se realizaron dos veces y se seleccionó el mejor salto para efectuar el respectivo análisis.

Instrumentos de análisis de datos

Para la observación de las características generales, masa muscular de miembros inferiores, test de Bosco (1983) y RM teórico en el pre test y post test se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2007, en cambio para el análisis de la prueba T de la masa muscular de miembros inferiores, test de Bosco (1983) y 1 RM en los ejercicios se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS V.22, en este paquete estadístico se estableció un nivel de confianza del 95% por consiguiente el P-Valor utilizado fue $P \leq 0.05$ para que así a través de este valor se pudo determinar si los resultados obtenidos presentaban un efecto significativo en las medias por la intervención realizada en los participantes del estudio.

RESULTADOS

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se muestran de acuerdo al grupo de intervención.

Características generales grupo frecuencia 1 (Grupo F1)

Los participantes del Grupo F1 presentaron una edad promedio de 17 años ($\pm 1,52$), una estatura promedio de 1,73 metros ($\pm 0,05$) y un peso de 87,34 Kg ($\pm 25,38$), se puede interpretar que los valores obtenidos en edad y talla no presentaron una desviación estándar tan elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo es homogéneo en esos valores, aunque en los valores obtenidos de peso la desviación estándar si es bastante significativa con relación al promedio por esta razón el grupo no es homogéneo en este valor, cabe recalcar que los valores pre y post intervención se manifestó en los participantes del Grupo F1 un ligero incremento del valor peso (0,22 Kg), además de un leve aumento de la talla (0,03 cm).

Características generales grupo frecuencia 2 (Grupo F2)

Los participantes del Grupo F2 presentaron una edad promedio de 18 años ($\pm 2,86$), una estatura promedio de 1,71 metros ($\pm 0,07$) y un peso de 70,92 Kg ($\pm 6,84$), se puede interpretar que los valores obtenidos en edad y talla no presentan una desviación estándar tan elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo es homogéneo en esos valores, sin embargo en los valores

obtenidos de peso la desviación estándar si es bastante significativa con relación al promedio por esta razón el grupo no es homogéneo en este valor, cabe recalcar que los valores pre y post intervención se manifestó en los participantes del Grupo F1 un ligero incremento del valor peso (1,78 Kg), además de un leve aumento de la talla (0,02 cm).

En la Tabla 1 se observa los resultados obtenidos de MMMI en los sujetos del Grupo F1

Tabla 1*Masa muscular de miembros inferiores**Grupo F1*

Grupo F1 Sujeto (5)	MMEI (Kg)	
	Pre	Post
1	9,6	10,26
2	11,13	12,69
3	12,09	13,17
4	10,12	9,29
5	13	12,81
Promedio	11,19	11,64
Desv. Estandar	1,39	1,75
Coef. Pearson	0,83	
Prueba T (Sig. Bilateral)	0,35	

La Tabla 1 permite observar que los participantes del Grupo F1 presentaron una masa muscular de miembros inferiores (MMMI) promedio de 11,19 Kg ($\pm 1,39$) pre intervención y una masa muscular de miembros inferiores (MMMI) promedio de 11,64 Kg ($\pm 1,75$) post intervención, se puede interpretar que los valores obtenidos en este componente no presentan una desviación

estándar tan elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo es homogéneo en la masa muscular de miembros inferiores.

Los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores se correlacionan directamente (0,83), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,35) se puede observar valores más elevados que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis nula que manifiesta que no se presentaron cambios significativos en las medias de la masa muscular de miembros inferiores con la intervención realizada en el Grupo F1.

En la Tabla 2 permitirá observar los resultados obtenidos de MMMI en los sujetos del Grupo F2

Tabla 2*Masa muscular de miembros inferiores**Grupo F2*

Grupo F2 Sujeto (5)	MMEI (Kg)	
	Pre	Post
6	11,69	12,54
7	10,69	12,82
8	9,01	10,21
9	10,69	12,62
10	11,43	12,91
Promedio	10,7	12,22
Desv. Estandar	1,04	1,13
Coef. Pearson	0,89	
Prueba T (Sig. Bilateral)	0	

La Tabla 2 permite observar que los participantes del Grupo F2 presentaron una masa muscular de miembros inferiores (MMMI) promedio de 10,7 Kg ($\pm 1,04$) pre intervención y una masa muscular de miembros inferiores (MMMI) promedio de 12,22 Kg ($\pm 1,13$) post intervención, se puede interpretar que los valores obtenidos en este componente no presentan una desviación estándar tan elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo es homogéneo en la masa muscular de miembros inferiores.

Los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores se correlacionan directamente (0,89), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0) se puede observar un valor menos elevado que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias de la masa muscular de miembros inferiores con la intervención realizada en el Grupo F2.

A continuación, se muestra la Figura 4 que representa el grado de aumento de MMEI:

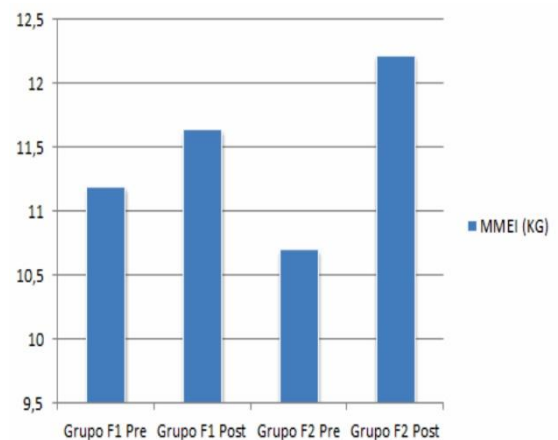


Figura 4. Incremento de la masa muscular de miembros inferiores (MMEI) por el Grupo F1 y Grupo F2

La figura 4 permite observar los valores obtenidos de masa muscular de miembros inferiores (MMMI) por parte del Grupo F1 pre (11,19 Kg) y post (11,64 Kg), mientras el Grupo F2 obtuvo pre (10,7 Kg) y post (12,22 Kg), además de evidentemente identificar que el Grupo F2 presentó mejoras más significativas que el Grupo F1 en las medias de masa muscular de miembros inferiores (MMEI) teniendo en cuenta la prueba T para ambos grupos.

Fase de adaptación anatómica (Fase AA) **Grupo F1**

Los participantes del Grupo F1 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio extensiones de pierna (EP) promedio pre ($49,92 \pm 12,26$ Kg) y post ($57,77 \pm 11,41$ Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si

presentan una desviación estándar bastante elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio de extensiones de pierna, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio extensiones de piernas se correlacionan directamente (0,89), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,03) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de extensiones de pierna con la intervención realizada en el Grupo F1 en la fase AA.

Los participantes del Grupo F1 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio curl femoral de pie (CF) promedio pre (26,37±7,18 Kg) y post (28,98±8,05 Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si presentan una desviación estándar bastante elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio de curl femoral de pie, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del

ejercicio curl femoral de pie se correlacionan directamente (0,93), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,13) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis nula que manifiesta que no se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de curl femoral de pie con la intervención realizada en el Grupo F1 en la fase AA.

Los participantes del Grupo F1 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio pantorrilla de pie (PP) promedio pre (147,43±16,66 Kg) y post (173,36±10,31 Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si presentan una desviación estándar algo elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio de pantorrilla de pie, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio extensiones de piernas se correlacionan directamente (0,88), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que

manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de pantorrilla de pie con la intervención realizada en el Grupo F1 en la fase AA.

Fase de adaptación anatómica (Fase AA) Grupo F2

Los participantes del Grupo F2 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio extensiones de pierna (EP) promedio pre ($50,86 \pm 14,24$ Kg) y post ($60,15 \pm 9,63$ Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si presentan una desviación estándar algo elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio de extensiones de pierna, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio extensiones de piernas se correlacionan directamente (0,87), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,05) se puede observar un valor igual que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de extensiones de pierna con la

intervención realizada en el Grupo F2 en la fase AA.

Los participantes del Grupo F2 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio curl femoral de pie (CF) promedio pre ($24,52 \pm 6,33$ Kg) y post ($29,53 \pm 7,87$ Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si presentan una desviación estándar algo elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio de curl femoral de pie, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio curl femoral de pie se correlacionan directamente (0,91), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,03) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de curl femoral de pie con la intervención realizada en el Grupo F2 en la fase AA.

Los participantes del Grupo F2 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio pantorrilla de pie (PP) promedio pre ($136 \pm 25,66$ Kg) y post ($163,17 \pm 30,07$ Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos

en este ejercicio si presentan una desviación estándar algo elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio de pantorrilla de pie, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio pantorrilla de pie se correlacionan directamente (0,82), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,02) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de pantorrilla de pie con la intervención realizada en el Grupo F2 en la fase AA.

Fase de hipertrofia 1 (Fase H1) e hipertrofia 2 (Fase H2) Grupo F1

En este mesociclo se evaluó el Test 1 de la Fase H1 y el Test 2 de la Fase H2 debido a que en ambos mesociclos se llevó a cabo el mismo esquema.

Los participantes del Grupo F1 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio sentadilla hack (SH) promedio pre (84,34±15,28 Kg) y post (97,94±15,96 Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos

en este ejercicio si presentan una desviación estándar algo elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio de sentadilla hack, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio sentadilla hack se correlacionan directamente (0,98), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de sentadilla hack con la intervención realizada en el Grupo F1 en las Fases H1 y H2.

Los participantes del Grupo F1 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio curl femoral de pie (CF) promedio pre (25,4±3,77 Kg) y post (31,56±3,64 Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si presentan una desviación estándar no elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo si era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio de curl femoral de pie, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio curl femoral de

pie se correlacionan directamente (0,67), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,01) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de curl femoral de pie con la intervención realizada en el Grupo F1 en las Fases H1 y H2.

Los participantes del Grupo F1 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio tijera (TJ) promedio pre (45,13±10,97 Kg) y post (52,41±11,46 Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si presentan una desviación estándar algo elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio de tijera, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio tijera se correlacionan directamente (0,94), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,01) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios

significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de tijera con la intervención realizada en el Grupo F1 en las Fases H1 y H2.

Los participantes del Grupo F1 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio pantorrilla de pie (PP) promedio pre (177,57±29,92 Kg) y post (189,31±33,96 Kg) se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si presentan una desviación estándar bastante elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio de pantorrilla de pie, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio de pantorrilla de pie se correlacionan directamente (0,98), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,01) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de pantorrilla de pie con la intervención realizada en el Grupo F1 en las Fases H1 y H2.

Los participantes del Grupo F1 presentaron una estimación del 1 RM en el

ejercicio pantorrilla sentado (PS) promedio pre ($49,91 \pm 11,82$ Kg) y post ($56,42 \pm 12,62$ Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si presentan una desviación estándar no elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el pantorrilla sentado, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio pantorrilla sentado se correlacionan directamente (0,98), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de pantorrilla sentado con la intervención realizada en el Grupo F1 en las Fases H1 y H2.

Fase de hipertrofia 1 (Fase H1) e hipertrofia 2 (Fase H2) Grupo F2

En este mesociclo se evaluó el Test 1 de la Fase H1 y el Test 2 de la Fase H2 debido a que en ambos se llevó a cabo el mismo esquema.

Los participantes del Grupo F2 presentaron una estimación del 1 RM en el

ejercicio sentadilla hack (SH) promedio pre ($113,41 \pm 25,35$ Kg) y post ($145,81 \pm 19,21$ Kg) se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si presentan una desviación estándar bastante elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio de sentadilla hack, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio sentadilla hack se correlacionan directamente (0,64), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,02) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de sentadilla hack con la intervención realizada en el Grupo F2 en las Fases H1 y H2.

Los participantes del Grupo F2 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio curl femoral de pie (CF) promedio pre ($33,29 \pm 7,43$ Kg) y post ($39,38 \pm 7,49$ Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si presentan una desviación estándar no elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo si era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio

de curl femoral de pie, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio curl femoral de pie se correlacionan directamente (0,97), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de curl femoral de pie con la intervención realizada en el Grupo F2 en las Fases H1 y H2.

Los participantes del Grupo F2 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio tijera (TJ) promedio pre ($61,55 \pm 14,96$ Kg) y post ($77,74 \pm 8,67$ Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si presentan una desviación estándar algo elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio de tijera, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio tijera se correlacionan directamente (0,87), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,01) se puede observar un valor inferior que el P-

valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de tijera con la intervención realizada en el Grupo F2 en las Fases H1 y H2.

Los participantes del Grupo F2 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio pantorrilla de pie (PP) promedio pre ($207,88 \pm 29,97$ Kg) y post ($228,12 \pm 31,94$ Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si presentan una desviación estándar bastante elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el ejercicio de pantorrilla de pie, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio de pantorrilla de pie se correlacionan directamente (0,97), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de pantorrilla de pie con la

intervención realizada en el Grupo F2 en las Fases H1 y H2.

Los participantes del Grupo F2 presentaron una estimación del 1 RM en el ejercicio pantorrilla sentado (PS) promedio pre ($63,74 \pm 6,39$ Kg) y post ($73,20 \pm 7,33$ Kg), se puede interpretar que los valores obtenidos en este ejercicio si presentan una desviación estándar no elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en el 1 RM teórico en el pantorrilla sentado, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del ejercicio pantorrilla sentado se correlacionan directamente (1), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0) se puede observar un valor inferior que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis alternativa que manifiesta que si se presentaron cambios significativos en las medias del 1 RM en el ejercicio de pantorrilla sentado con la intervención realizada en el Grupo F2 en las Fases H1 y H2.

Test de Bosco (1983) Grupo F1

Los participantes del Grupo F1 presentaron en el salto Abalakov una potencia (kg.m/seg) promedio pre

($103,83 \pm 29,11$) y post ($109,84 \pm 23,76$), se puede interpretar que los valores obtenidos en este salto si presentan una desviación estándar bastante elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en la potencia del salto Abalakov, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del salto Abalakov se correlacionan directamente (0,95), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,25) se puede observar un valor más elevado que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis nula que manifiesta que no se presentaron cambios significativos en las medias de la potencia del salto Abalakov con la intervención realizada en el Grupo F1.

Los participantes del Grupo F1 presentaron en el salto CMJ una potencia (kg.m/seg) promedio pre ($98,17 \pm 23,95$) y post ($97,80 \pm 24,05$), se puede interpretar que los valores obtenidos en este salto si presentan una desviación estándar bastante elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no es homogéneo en la potencia del salto CMJ, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del salto CMJ se

correlacionan directamente (0,99), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,85) se puede observar un valor más elevado que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis nula que manifiesta que no se presentaron cambios significativos en las medias de la potencia del salto CMJ con la intervención realizada en el Grupo F1.

Los participantes del Grupo F1 presentaron en el salto SJ una potencia (kg.m/seg) promedio pre ($93,86 \pm 25,24$) y post ($94,32 \pm 25,26$), se puede interpretar que los valores obtenidos en este salto si presentan una desviación estándar bastante elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no es homogéneo en la potencia del salto SJ, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del salto SJ se correlacionan directamente (0,96), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,89) se puede observar un valor más elevado que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis nula que manifiesta que no se presentaron cambios significativos en las medias de la potencia del salto SJ con la intervención realizada en el Grupo F1.

Test de Bosco (1983) Grupo F2

Los participantes del Grupo F2 presentaron en el salto Abalakov una potencia (kg.m/seg) promedio pre ($87,01 \pm 7,66$) y post ($83,48 \pm 27,44$), se puede interpretar que los valores obtenidos en este salto si presentan una desviación estándar bastante elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no era homogéneo en la potencia del salto Abalakov, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del salto Abalakov se correlacionan directamente (1), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,84) se puede observar un valor más elevado que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis nula que manifiesta que no se presentaron cambios significativos en las medias de la potencia del salto Abalakov con la intervención realizada en el Grupo F2.

Los participantes del Grupo F2 presentaron en el salto CMJ una potencia (kg.m/seg) promedio pre ($81,27 \pm 7,80$) y post ($87,04 \pm 9,59$), se puede interpretar que los valores obtenidos en este salto si presentan una desviación estándar algo elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no es homogéneo en la potencia del salto CMJ,

además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del salto CMJ se correlacionan directamente (1), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,14) se puede observar un valor más elevado que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis nula que manifiesta que no se presentaron cambios significativos en las medias de la potencia del salto CMJ con la intervención realizada en el Grupo F2.

Los participantes del Grupo F2 presentaron en el salto SJ una potencia (kg.m/seg) promedio pre ($80,23 \pm 7,30$) y post ($84,8 \pm 6,42$), se puede interpretar que los valores obtenidos en este salto si presentan una desviación estándar bastante elevada por lo cual se puede afirmar que el grupo no es homogéneo en la potencia del salto SJ, además los valores obtenidos en la correlación de Pearson permiten interpretar que los valores del salto SJ se correlacionan directamente (1), no obstante al analizar los datos obtenidos pre y post intervención en la prueba T (0,87) se puede observar un valor más elevado que el P-valor establecido (0,05), por esta razón se puede afirmar la Hipótesis nula que manifiesta que no se presentaron cambios significativos en las

medias de la potencia del salto SJ con la intervención realizada en el Grupo F2.

DISCUSIÓN

El presente estudio analizó dos programas de entrenamiento con sobrecargas para permitir determinar cuál produce mayores ganancias de masa muscular y fuerza en miembros inferiores, entre los resultados obtenidos de edad, talla, peso y masa muscular de miembros inferiores estos no presentaban en su mayoría una desviación estándar tan elevada por parte de ambos grupos por lo cual los participantes eran más o menos homogéneos a la media de su grupo, sin embargo la desviación estándar en valores obtenidos en los 1 RM de los participantes de ambos grupos en los diferentes ejercicios presentan valores bastante elevados por consiguiente las muestras no eran homogéneas en los ejercicios realizados en el estudio.

A continuación, se compararán los resultados obtenidos de la masa muscular de miembros inferiores (MMMI) de la muestra CHIREF (Hombres) del estudio de Rodríguez; Almagià; Yuing; Binivignatz &

Lizana (2010b), los deportistas de halterofilia del estudio de Rodríguez et al., (2014), y los sujetos de este estudio.

Tabla 3

Comparación de los resultados de masa muscular de miembros inferiores (MMMI) del estudio de Rodríguez et al., (2010b), Rodríguez et al., (2014) y los sujetos de este estudio.

	Edad	MMMI (Kg)
Grupo F1 Post		11,19
Grupo F1 Pre	17	11,64
Grupo F2 Pre		10,7
Grupo F2 Post	18	12,22
Halterofilia	17,46	15,76
CHIREF (Hombres)	21,1	15,57

Teniendo en cuenta la Tabla 3 se debe destacar que todos los valores obtenidos de MMMI se realizaron a través de la ecuación de Rodríguez, Almagià y Berral de la Rosa (2010a) así de esta manera se puede observar que los resultados obtenidos en el estudio de Rodríguez et al, (2010b) para una muestra CHIREF tomando solamente para la comparación los valores de 100 hombres físicamente activos se evidencio una MMMI mayor a la de los sujetos de este estudio, esta

diferencia puede estar justificada al desarrollo muscular propio de la edad (20 a 30 años) como se recalca en el estudio de Rodríguez et al., (2014) con la comparación de esta muestra CHIREF con deportistas juveniles (menores de 20 años) de diferentes disciplinas, además los sujetos de este estudio presentan edades similares a los 13 deportistas juveniles de halterofilia del estudio de Rodríguez et al., (2014) sin embargo los sujetos de este estudio siguen presentando una MMMI inferior con respecto a ese grupo de deportistas, sin embargo estos sujetos posiblemente no llevaban anteriormente al estudio alguna planificación estructurada de su entrenamiento pudiendo recaer en este entrenamiento no planificado la menor MMMI con respecto a la muestra CHIREF (Hombres) y los deportistas de halterofilia, no obstante el mayor desarrollo de la MMMI en los deportistas de halterofilia puede estar fundamentado en que esta disciplina desarrolla principalmente trabajos de máxima fuerza y potencia muscular estimulando principalmente las fibras rápidas siendo estas según Marchante (2015) las que poseen mayor capacidad de generar fuerza e hipertrofia.

Los resultados significativos en el incremento de la masa muscular de miembros inferiores por parte del Grupo F2 con respecto a los no significativos por parte del

Grupo F1 se relacionan con lo expuesto por Schoenfeld, Ratamess, Peterson, Contreras y Tiriyaki-Sonmez (2015) que señalan que el mayor beneficio para alcanzar un potencial hipertrófico elevado se obtiene con mayores frecuencias de entrenamiento semanales, sin embargo en un estudio realizado por Thomas & Burns (2016) se encontró que tanto el entrenamiento de alta frecuencia y baja frecuencia producía mejoras en la fuerza e hipertrofia muscular, por lo tanto comparando estos estudios (Schoenfeld et al., 2015; Thomas & Burns, 2016) con los obtenidos en el presente estudio se puede afirmar que tanto el entrenamiento con sobrecargas de frecuencia 1 y frecuencia 2 permiten incrementos en la fuerza sin embargo el entrenamiento de frecuencia 2 posibilito obtener mejoras significativas en la fuerza en todos los movimientos efectuados en este estudio, además solo el entrenamiento con sobrecargas de frecuencia 2 permitió un desarrollo significativo de la masa muscular de miembros inferiores, por lo cual cuando el propósito es el incremento de la masa muscular en miembros inferiores es preferible una mayor frecuencia de entrenamiento que un mayor volumen en una sola sesión.

Teniendo en cuenta un estudio realizado por Perez-Gomez & Calbet (2013) estos autores sugieren que para mejorar el rendimiento del salto vertical es necesario la

combinación del entrenamiento con sobrecargas y el entrenamiento pliométrico, por esta razón en este estudio no se evidenciaron resultados significativos en la mejora del Test de Bosco (1983) debido a que en esta investigación solo se efectuaron entrenamientos con sobrecargas con el propósito de incrementar la fuerza e hipertrofia muscular de miembros inferiores, además estos resultados obtenidos en la potencia muscular de esta investigación se pueden asociar a otro estudio realizado por Meijer et al., (2015) en el cuál encontraron que se manifestó mayor pico de potencia en atletas de poder que en fisicoculturistas debido a que según estos autores el entrenamiento con sobrecargas de intensidad moderada alta y volumen alto no afecta al pico de potencia.

CONCLUSIONES

El entrenamiento con sobrecargas de frecuencia 2 permite obtener una hipertrofia más significativa de miembros inferiores con respecto al entrenamiento con sobrecargas de frecuencia 1.

El entrenamiento con sobrecargas de frecuencia 2 manifestó mejorar la fuerza en todos los ejercicios efectuados en las fases adaptación anatómica e hipertrofia 1 y 2 de este estudio con respecto al entrenamiento de frecuencia 1.

En el entrenamiento con sobrecargas de frecuencia 1 y frecuencia 2 no se evidenciaron diferencias significativas en las medias de la potencia obtenidas antes y después de la intervención del estudio en los saltos Abalakov, CMJ y SJ.

REFERENCIAS

1. Arias, F. (2011). Metodología de la investigación en las ciencias aplicadas al deporte: un enfoque cuantitativo. EFDeportes, Año 16 N° 157, p. 1. Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd157/investigacion-en-deporte-enfoque-cuantitativo.htm>
2. Bompa, T. y Cornacchia, L. (2002). Musculación. Entrenamiento avanzado. Editorial Hispano europea.
3. Bosco C., Luhtanen P. y Komi P.V. (1983). "A simple method for measurement of mechanical power in Jumping". Eur. J. Appl. Physiol. 50(2): 273-282.
4. Correa, J. y Corredor, D. (2009). Principios y métodos para el entrenamiento de la fuerza muscular. Bogotá D.C, Colombia: Universidad del Rosario.
5. Delavier F. y Gundill M. (2012). Musculación: El método Delavier. Editorial Hispano Europea.
6. Galicia, A. (2014). Conceptos básicos sobre la fuerza muscular. EFDeportes. Disponible: <http://www.efdeportes.com/efd190/conceptos-basicos-sobre-la-fuerza-muscular.htm>
7. Marchante, D. (2015). Entrenamiento eficiente: Explota tus límites. Madrid: Editorial Luhu.
8. Mariño N., Díaz K. y Jaimes M. (2017). EFECTOS DE LAS CARGAS PROGRESIVO EXCENRICAS EN LOS EXTENSORES DE RODILLA SOBRE LA FUERZA MAXIMA Y FUERZA EXPLOSIVA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS. Revista Actividad Física y Desarrollo Humano. Volumen 8.
8. Meijer, J. P.; Jaspers, R. T.; Rittweger, J.; Seynnes, O. R.; Kamandulis, S.; Brazaitis, M.; Skurvydas, A.; Pišot, R.; Šimunič, B.; Narici, M. V. and Degens, H. (2015), Single muscle fibre contractile properties differ between body-builders, power athletes and control subjects. Exp Physiol, 100: 1331–1341. doi:10.1113/EP085267
9. Perez-Gomez. J & Calbet, J. (2013). Training methods to improve vertical jump performance. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 53(4), 339-357
10. Rodríguez, F. J.; Almagià, A. A. y Berral, F. J. (2010a). Estimación de la masa muscular de los miembros apendiculares, a partir de densitometría fotónica dual (DEXA). Int. J. Morphol., 28(4):1205-10, 2010
11. Rodríguez, F. J.; Almagià, A. A.; Yuing, T.; Binignat, O. & Lizana, P. Composición corporal y somatotipo referencial de sujetos físicamente activos. Int. J. Morphol., 28(4):1159-1165, 2010
12. Rodríguez F. J.; González H. I.; Cordero J. L.; Lagos S.; Aguilera R. A. & Barraza F. O. (2014). Estimación y Comparación de la Masa Muscular por Segmento, en Deportistas Juveniles Chilenos. International Journal of Morphology, 32(2), 703-708. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000200053>
13. Schoenfeld, B.; Ratamess, N.; Peterson, M.; Contreras, B. & Tiriyaki-Sonmez, G. (2015). Influence of resistance training frequency on muscular adaptations in well-trained men. Journal of Strength & Conditioning Research, 26, 1821–1829. doi: 10.1519/JSC.0000000000000970
14. Thomas, M. & Burns, S. (2016). Increasing Lean Mass and Strength: A Comparison of High Frequency Strength Training to Lower Frequency Strength Training. International Journal of Exercise Science, 9(2), 159–167.
15. Vargas, S. (2015a). Planificación, Programación y Periodización de la Hipertrofia. PubliCE Lite. Recuperado de: <http://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-fuerza-y-potencia/articulos/planificacion-programacion-y-periodizacion-de-la-hipertrofia-1793>

16. Vargas, S. (2015b). Frecuencia de Entrenamiento e Hipertrofia Muscular. Recuperado de: <http://g-se.com/es/salud-y-fitness/blog/frecuencia-de-entrenamiento-e-hipertrofia-muscular> Campos, A. (2009). Métodos mixtos de investigación. Integración de la investigación cuantitativa y la investigación cualitativa. Primera Edición. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

Mogollón, L. (2008). San Cristóbal: De la metrópoli imaginada a la metrópoli real. Revista Científica UNET. 20(2):125-132.

Velásquez, H., Agudelo, J., Álvarez, J. (2005). Mejorando la producción de panela en Colombia. LEISA. Revista de Agroecología. Disponible en: <http://goo.gl/Tey5XR>